

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-182093

(43)Date of publication of application : 11.07.1997

(51)Int.CI.

H04N 9/11
 H04N 1/41
 H04N 9/64
 H04N 9/68
 H04N 9/79

(21)Application number : 07-337509

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 25.12.1995

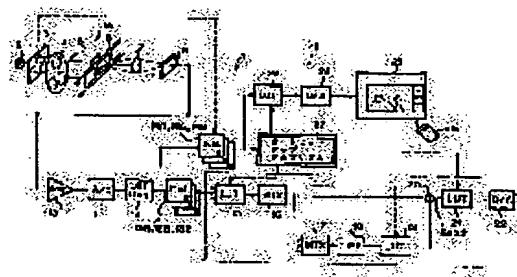
(72)Inventor : MATAMA TORU

(54) IMAGE REPRODUCING METHOD AND DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image reproducing method/device which can perform the dynamic range compression processing to obtain a print image of high picture quality without increasing the device size by using an IIR(infinite impulse response) filter to produce the blur image signals.

SOLUTION: The image signals which are read out of a film 6 via an image reading part 1A undergo the correction of gray balance, brightness and gradation based on every correction table of an ASA (automatic setup algorithm) 27 by an LUT(look-up table) 15 via an A/D converter 11, LUT 12 and a frame memory 13. The corrected image signals undergo the color correction via an MTX (matrix) 16 and are sent to an adder means 20. The output of the MTX 16 is converted into the blur image signals by an MTX 17 and IIR filter (LPF) 18 and sent to the means 20 after undergoing the dynamic compression processing via an LUT 19 based on the function of the ASA 27. Thus a print image of high picture quality is obtained without increasing the device size.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-182093

(43)公開日 平成9年(1997)7月11日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
H 04 N 9/11			H 04 N 9/11	
1/41			1/41	A
9/64			9/64	R
9/68	1 0 3		9/68	1 0 3 A
9/79			9/79	H

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平7-337509

(22)出願日 平成7年(1995)12月25日

(71)出願人 000005201

富士写真フィルム株式会社
神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 真玉 徹

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富
士写真フィルム株式会社内

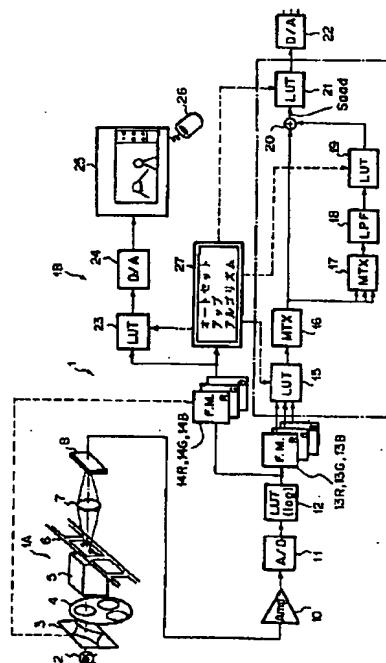
(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54)【発明の名称】 画像再生方法および装置

(57)【要約】

【課題】 ダイナミックレンジ圧縮処理のために、原画像信号のボケ画像信号を作成し、このボケ画像信号に基づいてダイナミックレンジ圧縮処理を行う画像再生方法および装置において、ボケ画像信号を作成するための装置の構成を簡易なものとする。

【構成】 画像が記録されたフィルム6をスキャンすることにより得られた画像信号をボケ画像信号の変換するLPF18を、IIR型のローパスフィルタにより構成する。IIR型のローパスフィルタは、フィルタリング処理を行う際の重み系列を短くすることができ、これによりLPF18の構成を小型化することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 カラー画像を表すデジタル画像信号を可視像として再生する画像再生方法において、

前記画像信号に対して IIR フィルタによりフィルタリング処理を施して、前記カラー画像のボケ画像を表すボケ画像信号を作成し、該ボケ画像信号に基づいて前記画像信号に対してダイナミックレンジ圧縮処理を施して処理済画像信号を得、該処理済画像信号を可視像として再生することを特徴とする画像再生方法。

【請求項2】 前記画像信号のヒストグラムを作成し、該ヒストグラムに基づいて前記画像信号のダイナミックレンジを算出し、該ダイナミックレンジに基づいて、前記画像信号に応じたダイナミックレンジ圧縮率を設定し、該ダイナミックレンジ圧縮率により前記ダイナミックレンジ圧縮処理を行うことを特徴とする請求項1記載の画像再生方法。

【請求項3】 前記 IIR フィルタが、ローパス型 IIR フィルタとオールパス型 IIR フィルタとをカスクード接続することによりなることを特徴とする請求項1または2記載の画像再生方法。

【請求項4】 前記画像信号を明暗信号に変換し、該明暗信号に対して前記 IIR フィルタによりフィルタリング処理を施して前記ボケ画像信号を作成することを特徴とする請求項1、2または3記載の画像再生方法。

【請求項5】 カラー画像を表すデジタル画像信号を可視像として再生する画像再生装置において、前記画像信号に対して IIR フィルタによりフィルタリング処理を施して、前記カラー画像のボケ画像を表すボケ画像信号を作成するボケ画像信号作成手段と、前記ボケ画像信号に基づいて前記画像信号に対してダイナミックレンジ圧縮処理を施して処理済画像信号を得るダイナミックレンジ圧縮処理手段と、該処理済画像信号を可視像として再生する再生手段とを備えたことを特徴とする画像再生装置。

【請求項6】 前記ダイナミックレンジ圧縮処理手段が、前記画像信号のヒストグラムを作成し、該ヒストグラムに基づいて前記画像信号のダイナミックレンジを算出し、該ダイナミックレンジに基づいて、前記画像信号に応じたダイナミックレンジ圧縮率を設定し、該ダイナミックレンジ圧縮率により前記ダイナミックレンジ圧縮処理を行う手段であることを特徴とする請求項5記載の画像再生装置。

【請求項7】 前記 IIR フィルタが、ローパス型 IIR フィルタとオールパス型 IIR フィルタとをカスクード接続することによりなることを特徴とする請求項5または6記載の画像再生装置。

【請求項8】 前記画像信号を明暗信号に変換する変換手段をさらに備え、前記ボケ画像信号作成手段が、該明暗信号に対して前記 IIR フィルタによりフィルタリン

10

20

30

40

50

グ処理を施して、前記ボケ画像信号を作成する手段であることを特徴とする請求項5、6または7記載の画像再生装置。

【請求項9】 カラー画像を表すデジタル画像信号を可視像として再生する画像再生方法において、前記カラー画像の所定方向および/または該所定方向とは異なる方向のそれぞれに対して少なくとも1回以上往復するよう、前記画像信号に対して IIR フィルタによりフィルタリング処理を施して、前記カラー画像のボケ画像を表すボケ画像信号を作成し、該ボケ画像信号に基づいて前記画像信号に対してダイナミックレンジ圧縮処理を施して処理済画像信号を得、該処理済画像信号を可視像として再生することを特徴とする画像再生方法。

【請求項10】 前記画像信号のヒストグラムを作成し、該ヒストグラムに基づいて前記画像信号のダイナミックレンジを算出し、該ダイナミックレンジに基づいて、前記画像信号に応じたダイナミックレンジ圧縮率を設定し、該ダイナミックレンジ圧縮率により前記ダイナミックレンジ圧縮処理を行うことを特徴とする請求項9記載の画像再生方法。

【請求項11】 前記処理済画像信号を所定の拡大率に拡大して再生することを特徴とする請求項9または10記載の画像再生方法。

【請求項12】 前記所定の拡大率に応じて前記 IIR フィルタのフィルタ係数を変更することを特徴とする請求項11記載の画像再生方法。

【請求項13】 前記所定の拡大率に応じて前記 IIR フィルタによりフィルタリング処理を施す回数を変更することを特徴とする請求項11または12記載の画像再生方法。

【請求項14】 前記画像信号を明暗信号に変換し、該明暗信号に対して前記 IIR フィルタによりフィルタリング処理を施して前記ボケ画像信号を作成することを特徴とする請求項9から13のいずれか1項記載の画像再生方法。

【請求項15】 カラー画像を表すデジタル画像信号を可視像として再生する画像再生装置において、前記カラー画像の所定方向および/または該所定方向とは異なる方向のそれぞれに対して少なくとも1回以上往復するよう、前記画像信号に対して IIR フィルタによりフィルタリング処理を施して、前記カラー画像のボケ画像を表すボケ画像信号を作成するボケ画像信号作成手段と、

該ボケ画像信号に基づいて前記画像信号に対してダイナミックレンジ圧縮処理を施して処理済画像信号を得るダイナミックレンジ圧縮処理手段と、該処理済画像信号を可視像として再生する再生手段とを備えたことを特徴とする画像再生装置。

【請求項16】 前記ダイナミックレンジ圧縮処理手段

が、前記画像信号のヒストグラムを作成し、該ヒストグラムに基づいて前記画像信号のダイナミックレンジを算出し、該ダイナミックレンジに基づいて、前記画像信号に応じたダイナミックレンジ圧縮率を設定し、該ダイナミックレンジ圧縮率により前記ダイナミックレンジ圧縮処理を行う手段であることを特徴とする請求項15記載の画像再生装置。

【請求項17】 前記再生手段が、前記処理済画像信号を所定の拡大率により拡大して再生する手段であることを特徴とする請求項15または16記載の画像再生装置。

【請求項18】 前記ボケ画像信号作成手段が、前記所定の拡大率に応じて前記IIRフィルタのフィルタ係数を変更する手段であることを特徴とする請求項17記載の画像再生装置。

【請求項19】 前記ボケ画像信号作成手段が、前記所定の拡大率に応じて前記IIRフィルタによりフィルタリング処理を施す回数を変更する手段であることを特徴とする請求項17または18記載の画像再生装置。

【請求項20】 前記画像信号を明暗信号に変換する変換手段をさらに備え、前記ボケ画像信号作成手段が、該明暗信号に対して前記IIRフィルタによりフィルタリング処理を施して、前記ボケ画像信号を作成する手段であることを特徴とする請求項15から19のいずれか1項記載の画像再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、写真や印刷物等の反射原稿、ネガフィルム、リバーサルフィルム等の透過原稿に担持されるカラー画像から得られる画像信号を可視像として表示するための画像再生方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ネガフィルム、リバーサルフィルム等の写真フィルム（以下、フィルムとする）や印刷物等に記録された画像情報を光電的に読み取って、読み取った画像をデジタル信号とした後、種々の画像処理を施して記録用の画像情報とし、この画像情報に応じて変調した記録光によって印画紙等の感光材料を走査露光してプリントするデジタルフォトプリンタの開発が進んでいる。

【0003】 デジタルフォトプリンタは、複数画像の合成や画像の分割等の編集や、文字と画像との編集等のプリント画像のレイアウトや、色／濃度調整、交倍率、輪郭強調等の各種の画像処理も自由に行うことができ、用途に応じて自由に編集および画像処理したプリントを出力することができる。また、従来の面露光によるプリントでは、感光材料の再現可能濃度域の制約のため、フィルム等に記録されている画像濃度情報をすべて再生することはできないが、デジタルフォトプリンタによればフィルムに記録されている画像濃度情報をほぼ100%再生

したプリントが出力可能である。

【0004】 このようなデジタルフォトプリンタは基本的に、フィルム等の原稿に記録された画像を読み取る読取手段、読み取った画像を画像処理して後の露光条件を決定し、決定された露光条件に従って感光材料を走査露光して現像処理を施したり、モニタに表示したりする画像再生手段より構成される。

【0005】 フィルム等に記録された画像の読取装置においては、例えばスリット走査による読み取りでは、1次元方向に延在するスリット状の読取光をフィルムに照射するとともに、フィルムをこの1次元方向と略直交する方向に移動（あるいは読み取光と光電変換素子とを移動）することにより、フィルムを2次元的に走査する。フィルムを透過したフィルム画像を担持する透過光は、CCDラインセンサ等の光電変換素子の受光面上に結像して、光電変換されて読み取られる。読み取られた光量データは增幅され、A/D変換によりデジタル信号とされ、各CCD素子による特性のバラツキの補正、濃度変換、倍率変換等の各種の画像処理が施されて、再生手段に転送される。

【0006】 再生手段においては、転送された画像情報を、例えばCRT等のディスプレイに可視像として再生する。オペレータは、再現画像を見て、必要であればこの再現画像に階調補正や色／濃度補正等の補正をさらに加え（セットアップ条件の設定）、再現画像が仕上りプリントとして合格（検定OK）であれば、記録用の画像情報として現像手段やモニタに転送する。

【0007】 画像再生装置においては、ラスタースキャン（光ビーム走査）による画像記録を利用するものであれば、感光材料に形成される3原色の感光層、例えばR、GおよびBの3色の露光に対応する3種の光ビームを、記録用の画像情報に応じて変調して主走査方向（前記1次元方向に対応）に偏向すると共に、この主走査方向と略直交する方向に、感光材料を副走査搬送する（偏向された光ビームと感光材料とを相対的に副走査する）ことにより、記録画像に応じて変調された光ビームによって感光材料を2次元的に走査露光して、読み取ったフィルムの画像を感光材料に記録する。

【0008】 露光済の感光材料は、次いで感光材料に応じた現像処理、例えば銀塩写真感光材料であれば、発色・現像→漂白・定着→水洗→乾燥等の現像処理が施され、仕上りプリントとして出力される。

【0009】 このような感光材料が記録できる被写体の輝度レンジは比較的広いが、感光材料は最大濃度が制限されているため、通常のプリント方法では輝度差が大きいシーンのプリントは明るい部分（明部）あるいは暗い部分（暗部）のどちらかがつぶれてしまう傾向がある。例えば、人物を逆光で撮影したような場合、人物が明瞭となるようにプリントすると、空のような明るい部分は白くとんでもない、空のような明るい部分が明瞭となる

ようになると人物が黒くなつてつぶれてしまう。この問題を解決するために、覆い焼きやマスキングプリントというような方法が用いられている。

【0010】覆い焼きはシーンの中の中間的な濃度の領域には通常の露光を与え、プリント上で白くとびそうな領域に穴あき遮蔽板を使って選択的に長時間露光を与えて、プリント上で黒くつぶれそうな領域には遮蔽板を用いて選択的に露光時間を短くすることにより、個々の被写体のコントラストは維持し、かつ明部・暗部のつぶれのないプリントを得るというものである。このように局部的に露光時間を制御する遮蔽板として、原画フィルムのネガポジを反転したボケ像を写真的に作成したもの用いて、原画フィルムとボケ画像フィルムとを重ねてプリントを行う方法が提案されている。

【0011】また、写真原画の照明光源の明るさを部分的に変化させることにより、覆い焼きと同様の効果を得ることができるマスキングプリント方法も提案されている（例えば特開昭58-66929号、特開昭64-35542号、特公昭64-10819号）。

【0012】特開昭58-66929号には、CRTを照明光源にして、メモリスキャンにより原画を測光してカラー原画のボケマスクデータを作成し、露光モードにおいてはこのボケマスクデータによりCRTの発生を制御して、原画が確実に感光材料のコントラスト再現限界に記録されるようにコントラストの制御を行う装置が記載されている。

【0013】また、特開昭64-35542号には、CRTを照明光源とし、原画を測光する光路と感光材料に露光する光路とを切り換えることによっておき、再生される画像の階調補正と彩度補正を行うための露光時のCRTの輝度制御信号を原画の測光データに基づいて作成するとともに、再生画像をモニタに表示するための信号を生成し、これを観察してCRTからの光量を制御して所望とする再生画像が得られるようにした装置が記載されている。

【0014】さらに、特公昭64-10819号には、均一な面光源と原画との間に液晶のような光の透過率を部分的に変化させることができマトリクスデバイスを配置し、原画の測光データに基づいてこの液晶の透過率を制御して再生画像のコントラストを調整することができるようになした装置が記載されている。

【0015】一方、再生時のグレーバランスを補正するために、原画上の各色ごとに濃度値の最大、最小値が再生画像上でそれぞれ予め設定された一定の値になるように変換する方法が提案されている（特開平6-242521号）。この方法は階調の制御をフィルムのコマごとに行うことができるため、輝度差が大きいシーンでは画像全体の階調を軟調化してシーンの輝度レンジが感光材料のダイナミックレンジ内に収まるようにして明部および暗部のつぶれをなくすようにしたものである。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した覆い焼きやマスキングプリントを行う方法においては、再生される画像に關係なく用意される遮蔽板を操作するため、極めて高度な技術を必要とし、またボケ像フィルムを作成するためには非常に手間がかかり、プリント効率が極めて悪くなってしまう。

【0017】また、上述した特開昭58-66929号、特開昭64-35542号、特公昭64-10819号においては、ある程度大きな構造物のコントラストは照明光源の輝度分布により調整することにより再生することはできる。しかしながら、再生画像の局所的な構造は原画フィルムの投影像に対応しているため、エッジ部も含めた色再現を自由にコントロールすることができない、エッジの鮮銳度を自由にコントロールできない、あるいは原画のオーバー、アンダー部などの階調を自由にコントロールできないなどの欠点がある。

【0018】さらに特開昭58-66929号、特開昭64-35542号、特公昭64-10819号のそれぞれに記載された装置においては、測光および露光のための処理がシーケンシャルに行われるため処理能力が遅く、また測光時と露光時とで原画の移動量がずれた場合にプリントされる像が乱れるという問題がある。また、液晶を用いる特公昭64-10819号においては、液晶の透過率は最大30%程度であるため露光時間が長くなってしまう。さらに、CRTの管面はガラスで覆われておりガラスの内側が光るようになっているものである。このためCRTの管面にフィルムを密着させてもCRTの光っている面とフィルムとの間に実質的に隙間ができることがある。このため測光データを表示する特開昭64-35542号においては、測光時にCRT発光面とフィルム面との間の隙間により、測光結像系にボケが生じて鮮明なモニタ画像を得ることができないという問題がある。

【0019】また、特開平6-242521号においては、明部および暗部のつぶれをなくすことはできるものの、個々の被写体のコントラストが弱くなり、めりはりのないプリント像になってしまふという問題がある。

【0020】このため、カラー画像中の空間周波数が低い構造物のみを表すボケ画像信号をデジタル画像信号から減算することにより差信号を得、得られた差信号に対し、濃度、彩度および／または階調を変化させる処理を施し、この処理が施された差信号を可視像として再生手段に再生することにより、原画像全体のコントラストが強い場合であっても、画像全体のコントラストを弱め、かつ画像中の明部および暗部内の細かなコントラストを残し、明部および暗部の双方の画像がつぶれることをなくした画像再生方法が提案されている（特開平2-226375号、特願平7-165965号）。

【0021】このような画像再生方法においては、画像信号に対してローパスフィルタによりフィルタリング処理を施して、ボケ画像信号を作成するようにしている

が、ローパスフィルタのサイズが小さすぎると、得られる処理済画像の鮮鋭度が不自然に強調されたようになってしまい、前述した覆い焼きを行うと同様の効果が得られないため、ある程度の大きさのフィルタ（例えば 100×100 程度）によりフィルタリング処理を行うようにしている。しかしながら、このローパスフィルタによりボケ画像信号を作成する場合、画像の垂直方向に対しても処理を行うことが必要であるため、ボケ画像信号を作成する際のラインメモリの数がマスクサイズ-1個必要となり（例えば、フィルタサイズが 100×100 の場合、99個のラインメモリが必要となる）、処理を行うための装置が大型化してしまっていた。

* 群遅延特性 $\tau(e^{j\omega}) = -d \{ \arg[H(e^{j\omega})] \} / dw$ (1)

但し、wは角周波数

通常のボケマスクフィルタはFIR (Finite Impulse Response) フィルタであり、FIR フィルタは全周波数帯域において、群遅延特性が平坦となる。これに対して IIR フィルタは、後述するようなフィードバック処理を行うことにより。極めて短い重み系列でありながら、長い重み系列を有するフィルタと等価の処理を行うことができるフィルタであるが、一般に群遅延特性が平坦とならず、処理された信号に対して位相歪みが発生してしまう。しかしながら、ある振幅特性を有する IIR 型のローパスフィルタに IIR 型のオールパスフィルタをカスケード接続することによって、ローパスフィルタ通過帯域での群遅延特性を平坦化する方法が提案されている（Oppenheim & Schafer, "Digital Signal Processing", p235, Fig.5.29 参照）。本発明は、この"Digital Signal Processing"に記載された方法に基づいて、ボケ画像信号を作成するものである。

【0025】すなわち、本発明による第1の画像再生方法および装置は、カラー画像を表すデジタル画像信号を可視像として再生する画像再生方法において、前記画像信号に対して IIR フィルタによりフィルタリング処理を施して、前記カラー画像のボケ画像を表すボケ画像信号を作成し、このボケ画像信号に基づいて前記画像信号に対してダイナミックレンジ圧縮処理を施して処理済画像信号を得該処理済画像信号を可視像として再生することを特徴とするものである。

【0026】また、本発明による第1の画像再生方法および装置においては、前記画像信号のヒストグラムを作成し、該ヒストグラムに基づいて前記画像信号のダイナミックレンジを算出し、該ダイナミックレンジに基づいて、前記画像信号に応じたダイナミックレンジ圧縮率を設定し、該ダイナミックレンジ圧縮率により前記ダイナミックレンジ圧縮処理を行うことが好ましい。

【0027】また、本発明による第1の画像再生方法および装置においては、前記画像信号のヒストグラムを作成し、該ヒストグラムに基づいて前記画像信号のダイナミックレンジを算出し、該ダイナミックレンジに基づいて

* 【0022】本発明は上記事情に鑑み、装置を大型化することなくダイナミックレンジ圧縮処理を行い、高画質のプリント画像を得ることができる画像再生方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0023】

【課題を解決するための手段】まず、IIR フィルタについて説明する。IIR フィルタとは、Infinite Impulse Response filter のことをいうものである。ここで、フィルタリング処理を行うためのシステムの周波数特性を $H(e^{j\omega})$ としたとき、このシステムの群遅延特性は以下の式(1)により定義される。

* 【0024】

て、前記画像信号に応じたダイナミックレンジ圧縮率を設定し、該ダイナミックレンジ圧縮率により前記ダイナミックレンジ圧縮処理を行うことが好ましい。

【0028】さらに、本発明による第1の画像再生方法および装置においては、前記 IIR フィルタが、ローパス型 IIR フィルタとオールパス型 IIR フィルタとをカスケード接続することによりなるものであることが好ましい。

【0029】さらに、本発明による第1の画像再生方法および装置においては、前記画像信号を明暗信号に変換し、該明暗信号に対して前記 IIR フィルタによりフィルタリング処理を施して前記ボケ画像信号を作成することが好ましい。

【0030】また、本発明による第2の画像再生方法および装置は、カラー画像を表すデジタル画像信号を可視像として再生する画像再生方法および装置において、前記カラー画像の所定方向および／または該所定方向とは異なる方向のそれぞれに対して少なくとも1回以上往復するように、前記画像信号に対して IIR フィルタによりフィルタリング処理を施して、前記カラー画像のボケ画像を表すボケ画像信号を作成し、該ボケ画像信号に基づいて前記画像信号に対してダイナミックレンジ圧縮処理を施して処理済画像信号を得、該処理済画像信号を可視像として再生することを特徴とするものである。

【0031】また、本発明による第2の画像再生方法および装置においては、前記画像信号のヒストグラムを作成し、該ヒストグラムに基づいて前記画像信号のダイナミックレンジを算出し、該ダイナミックレンジに基づいて、前記画像信号に応じたダイナミックレンジ圧縮率を設定し、該ダイナミックレンジ圧縮率により前記ダイナミックレンジ圧縮処理を行うことが好ましい。

【0032】さらに、本発明による第2の画像再生方法および装置においては、前記処理済画像信号を所定の拡大率により拡大して再生することが好ましい。

【0033】また、本発明による第2の画像再生方法および装置においては、前記所定の拡大率に応じて前記 IIR フィルタのフィルタ係数を変更することが好まし

い。

【0034】また、本発明による第2の画像再生方法および装置においては、前記所定の拡大率に応じて前記IIRフィルタによりフィルタリング処理を施す回数を変更することが好ましい。

【0035】さらに、本発明による第2の画像再生方法および装置においては、前記画像信号を明暗信号に変換し、該明暗信号に対して前記IIRフィルタによりフィルタリング処理を施して前記ボケ画像信号を作成することが好ましい。

【0036】

【発明の効果】本発明による第1の画像再生方法および装置は、ボケ画像信号を作成する際のフィルタをIIRフィルタとしたため、フィルタリング処理を行う際の重み系列を短くすることができ、これによりボケ画像信号を作成するための手段の構成を小型化することができる。そしてこのようなIIRフィルタによりフィルタリング処理を施すことにより得られたボケ画像信号を用いてダイナミックレンジ圧縮処理を行うことにより、装置を大型化することなく、ダイナミックレンジ圧縮処理を施して、ダイナミックレンジ圧縮処理を行い、明部および暗部の画像がつぶれることがなくなり、かつ大面積コントラストが弱い部分についてはさらに弱められることがなくなり、再生画像の画質を向上させることができる。

【0037】また、ローパス型IIRフィルタとオールバス型IIRフィルタとをカスケード接続することによりIIRフィルタを構成することにより、ローパス型のIIRフィルタのみを用いることによる処理済信号への位相歪みの発生を防止することができる。

【0038】さらに、画像信号を明暗信号に変換し、この明暗信号に基づいてボケ画像信号を作成することにより、処理済画像信号を再生した画像は、特に画像内の被写体のエッジ部分においてカラー画像と比較して明るさは変化しているものの、色の再現性は担保されることとなる。したがって、元のカラー画像と比較して不自然さのない画像を得ることができる。

【0039】また、IIRフィルタの位相歪みの問題を解決するために、画像信号に対してフィルタリング処理を2回行う方法が提案されている（河田聰、南茂夫、”科学計測のための画像データの処理”、p166）。この方法は、1回目は画像の右から左へ、2回目は画像の左から右へ巡回するようにフィルタリング処理を行うものである。このとき、IIRフィルタのインパルス応答は、左右対称関数となり、そのフーリエ変換が実関数となつて位相特性を持たなくなり、これにより位相歪みの問題を解決することができる。なお、画像に対しては一方向のみでなく、上下左右のすべての方向に対してフィルタリング処理を行うことにより、フィルタリングの方向性を持たないようにすることができます。

10

20

30

40

50

【0040】本発明による第2の画像再生方法および装置はこの方法に基づいてなされたものであり、ボケ画像信号を作成する際に、画像の所定方向および／またはこの所定方向とは異なる方向に少なくとも1往復するよう（例えば画像の上下左右方向に）、IIRフィルタによりフィルタリング処理を行うようにしたものである。このため、IIRフィルタのみを用いることによる処理済信号への位相歪みの発生を防止することができるとともに、IIRフィルタのみを使用しているため、フィルタリング処理を行う際の重み系列を短くすることができ、これによりボケ画像信号を作成するための手段の構成を小型化することができる。そしてこのようなIIRフィルタによりフィルタリング処理を施すことにより得られたボケ画像信号を用いてダイナミックレンジ圧縮処理を行うことにより、装置を大型化することなく、ダイナミックレンジ圧縮処理を施して、ダイナミックレンジ圧縮処理を行い、明部および暗部の画像がつぶれることがなくなり、かつ大面積コントラストが弱い部分についてはさらに弱められことがなくなり、再生画像の画質を向上させることができる。さらに、本発明による第1の画像再生方法および装置と比較して、オールバスフィルタを用いなくともよいため、より装置の構成を簡易なものとすることができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0042】図1は本発明による画像再生装置を表す図である。図1に示すように本発明の実施の形態による画像再生装置1は、画像読取部1Aと、画像処理部1Bとからなる。画像読取部1Aは、光源2と、光源2からの光量を調整するための調光部3と、光源2からの光をRGBの3色に変換するためのRGBフィルタ4と、RGBフィルタ4を透過した光を拡散させてフィルム6に照射するためのミラーボックス5と、フィルム6を透過した光をエリアタイプのCCD8に結像させるためのレンズ7とからなるものである。なお、画像読取方式はエリアタイプのCCDの代わりに、ラインセンサを相対的に移動する方式でも、ドラムスキャナのようにスポット測光する方式でもよい。なお、画像読取部1Aにおいては、CCD8の検出間隔を比較的粗くして先読み画像信号S₁を得る先読みと、この先読みの後CCD8の検出間隔を比較的細かくして本読み画像信号S₂を得る本読みとを行うものである。

【0043】一方、画像処理部1Bは、CCD8において検出されたRGB3色の画像信号を増幅するためのアンプ10と、増幅された画像信号をデジタル画像信号にA/D変換するためのA/D変換手段11と、デジタル画像信号を濃度信号に変換するためのルックアップテーブル（LUT）12と、濃度変換されたデジタル画像信号をRGBの色ごとに記憶するフレームメモリ13R、13G、13B

Bと、プレスキャンを行う場合に先読画像信号をRGBの色ごとに記憶するフレームメモリ14R, 14G, 14Bと、デジタル画像信号に対して後述するようなグレイバランス、明るさ補正および階調補正を行うLUT15と、LUT15により処理がなされた画像信号を後述する感光材料上で適切な色に再現されるような色の信号となるように補正するマトリクス(MTX)16と、MTX16により補正された信号を明暗信号に変換するためのMTX17と、明暗信号をボケ画像信号とするためのローパスフィルタ(LPF)18と、ボケ画像信号のダイナミックレンジを圧縮することにより大面積コントラストを調整するためのボケ画像信号を得るLUT19と、オリジナルの画像信号と処理済画像信号との加算を行って加算信号S_{add}を得る加算手段20と、加算信号S_{add}のコントラスト(すなわち大面積コントラストおよび局所的コントラスト)を補正する、すなわち階調処理を行うためのLUT21と、コントラストが補正された信号をD/A変換するためのD/A変換手段22と、先読画像信号S_aの階調を補正するためのLUT23と、LUT23により階調が補正された先読画像信号S_aをD/A変換するためのD/A変換手段24と、D/A変換がなされた先読画像信号S_aを可視像として再生するためのCRT25と、CRT25に表示された画像の最終的なパラメータを設定するために画像を操作するためのマウス26と、先読画像信号S_aから後述するようにヒストグラムを算出し、このヒストグラムに基づいて、LUT15, 19, 21, 23を調整するためのパラメータを設定するオートセットアップアルゴリズム27からなるものである。

【0044】ここで、LUT12は原画像に存在する濃度域を飽和させずに変換する透過率-濃度変換テーブルである。LUT15は、グレイバランス、明るさ補正および階調補正を行うものであり、図2(a)に示すようなグ*

$$H(z_1, z_2) = H_1(z_1)$$

で表すことができる。また、ローパスフィルタはすべて同一の特性を有するものであるのに対し、オールバスフィルタは各段ごとに異なる特性のものを用いている。

【0047】ここで、IIR型のローパスフィルタおよびIIR型のオールバスフィルタの基本的構成を図7(a), (b)にそれぞれ示す。図7(a)に示すようにIIR型のローパスフィルタは、順方向に除算器があり、フィードバック方向に遅延回路が設けられている。また、図7(b)に示すようにIIR型のオールバスフィルタは、2つの遅延回路が設けられている。図7(a), (b)に示すフィルタの特性のうち、零点と極の配置を図8(a), (b)にそれぞれ示す。ローパスフィルタの特性は、フィルタ係数 α が1に近いほどカットオフ周波数が低周波側となる。一方、オールバスフィルタは、振幅特性が全周波数において1.0であり、位相特性のみを有するものである。ここで、位相特性は極および零点の配置により決定される。

* レイバランス調整テーブル、図2(b)に示す明るさ補正テーブルおよび図2(c)に示す γ 補正テーブルがカスケード接続されてなるものである。LUT19は、図3(a)～(e)に示すような所定の傾き α を有するダイナミックレンジ圧縮テーブルが記憶されてなるものである。なお、ここで α は負の値をとるものである。このダイナミックレンジ圧縮テーブルは後述するように先読画像信号S_aに基づいて算出されるものである。LUT21は図4に示すように非線形の階調変換テーブルとなっており、入力される信号と再生画像との関係を表すものとなっている。LUT23は図5に示すように線形の階調変換テーブルデータを記憶するものである。この階調変換テーブルデータの傾きは、 $1 + \alpha$ となっている。

【0045】一方、MTX16は読み取られた画像信号を適切な色に仕上げるためのマトリクスであり、フィルム6が有する分光特性と最終的に画像が再生成される感光材料の分光特性との組合わせで適切な色に再現されるように画像信号を補正するものである。また、MTX17は、RGBのカラー画像信号を明暗信号に変換するものであり、RGBの各画像信号の平均値の3分の1、あるいはYIQ規定などを用いてカラー画像信号を明暗信号に変換するものである。

【0046】また、LPF18は、画像信号を2次元的にぼかすためのフィルタリング処理を行うものであり、原画像の水平方向と垂直方向とで分離可能なシステム関数からなり、図6に示すようにm段のIIR型のローパスフィルタH_{LPF}とn段のIIR型のオールバスフィルタH_{all}(i=1～n)とをカスケード接続することにより構成されている。すなわち、水平方向のシステム関数をH1(z1)、垂直方向のシステム関数をH2(z2)とすると、

【0048】次いで、LPF18におけるフィルタの設計手順について説明する。まず、ローパスフィルタの振幅特性の使用を満たすように、H_{LPF}の特性を最適化する。具体的には、図7, 8におけるフィルタ係数 α およびmの値を最適化する。その後、ローパスフィルタおよびオールバスフィルタのトータルの群遅延特性が平坦となるように、オールバスフィルタの段数nと各段の極および零点の配置を最適化する。

【0049】このように最適化を行うことにより得られた群遅延特性を図9に示す。トータルの群遅延特性において、僅かなリップルが残っているが、実用的には問題のない群遅延特性が得られる。なお、図9においては、オールバスフィルタの段数nは4である。ここで、段数nが少ないと、リップルが大きくなりすぎて画質が低下するという問題がある。一方、段数nを大きくすると、リップルは減少するが、装置の規模が大きくなってしまう。そこで、段数nは3～6であることが好ましい。

い。

【0050】ここで、LPF18における垂直方向にフィルタリング処理を行う回路の具体適応性を図10(a), (b)に示す。図10(a)に示すように、 H_{LPF} (z²)は1ライン遅延メモリを1つ含む。また、図10(b)に示すように H_{LPF} (z²)は、1ライン遅延メモリを2つ含む。したがって、 H_{LPF} がm段、 H_{LPF} がn段の場合、1ライン遅延メモリの数はm+2n個となる。例えば、m=2, n=4の場合、1ライン遅延メモリの数は10個となり、同一の処理をFIRフィルタにより行う場合と比較して、遅延メモリの数を大幅に減少させることができ、装置の規模を小型化することができることとなる。

【0051】次いで本発明による実施の形態の作用を説明する。

【0052】まず画像読取部1Aの光源2から光が発せられ、調光部3により所定光量の光とされる。この光量は例えば予め測定されたフィルム6に記録された画像の最低濃度点の透過光量が、CCD8の飽和レベルの僅かに下のレベルとなるように設定される。そしてこの光はRGBフィルタ4を透過し、ミラーボックス5により拡散されてフィルム6に照射される。フィルム6に記録されている画像に応じて変調されたフィルム6の透過光はレンズ7を通じてCCD8に照射され、フィルム6に記録された画像を表す画像信号に光電的に変換される。なお、本実施の形態においてはまず先読画像信号S_pを得るために、CCD8の検出間隔は比較的粗いものに設定される。ここで、RGBフィルタ4をR, G, Bと切り換えることによりカラー画像を表す3色の先読画像信号S_pが得られ、画像処理部1Bに送られる。画像処理部1Bにおいては以下の処理がなされる。

【0053】画像読取部1Aにおいて得られた先読画像信号S_pは微弱であるため、アンプ10により増幅された後にA/D変換器11においてデジタル先読画像信号S_pに変換される。デジタル画像信号S_pはLUT12により濃度信号に変換されてフレームメモリ14R, 14G, 14Bにそれぞれ記憶される。次いで、フレームメモリ14R, 14G, 14Bに記憶された先読画像信号S_pが読み出されてオートセットアップアルゴリズム27およびLUT23に入力される。オートセットアップアルゴリズム27においては、以下の処理が行われる。

【0054】まず、先読画像信号S_pのヒストグラムが算出される。図11は先読画像信号S_pのヒストグラムを表す図である。図11に示すヒストグラムにおいて、まずRGB各色の最高輝度Y_{max}と最低輝度Y_{min}とを求め、この最高輝度Y_{max}と最低輝度Y_{min}に基づいて、LUT15において行われる図2(a)に示すグレイバランス調整テーブルが設定される。

【0055】また、このヒストグラムに基づいて、LUT19において行われるダイナミックレンジ圧縮処理のた

めのダイナミックレンジ圧縮テーブルの設定がなされる。このテーブルの設定は以下のようにして行う。

【0056】画像信号と最終的なプリント濃度との関係は以下のようになる。すなわち、信号値とプリント濃度との関係を表すLUT21の階調曲線において、被写体がつぶれることなく再現できる領域は図4の領域Gである。したがって、デジタル画像信号においては、画像に含まれる被写体がこの領域Gから外れてしまっていると、キャッチライトのような信号値の高い部分が白くなり、信号値の低い部分が黒くなってしまって、像がとんでもないはつぶれたりしてしまうものである。そこで本発明は以下のようにダイナミックレンジ圧縮率を設定することによりこのような明る過ぎる部分および暗過ぎる部分がつぶれることなく感光材料にプリントできるようにするものである。

【0057】まず、図11に示すヒストグラムから求められたダイナミックレンジに基づいて、ダイナミックレンジ圧縮率が設定される。これは、図11に示すヒストグラムにより求められた先読画像信号S_pの最高輝度Y_{max}と最低輝度Y_{min}との差であるダイナミックレンジが、図4に示すLUT21のY_{max'}とY_{min'}との間の範囲Gの信号となるような圧縮率が設定されるものである。すなわち、画像信号のダイナミックレンジがY_{max'}とY_{min'}との間の範囲Gよりも大きいと、画像信号のY_{max'}よりも信号値が大きな部分(明部)に対応する階調曲線γは値が収束しているため、再生画像において明部がつぶれてしまう。また逆に画像信号のY_{min'}よりも信号値が小さな部分(暗部)に対応する階調曲線γも値が収束しているため、再生画像において暗部がつぶれてしまう。したがって、この明部および暗部のつぶれを生じないように、明部および暗部のダイナミックレンジ圧縮率α₁, α₂を設定するものである。すなわち、先読画像信号の最高輝度Y_{max}の近傍の信号がY_{max'}内に収まるように、かつ最低輝度Y_{min}の近傍の信号がY_{min'}内に収まるようにダイナミックレンジ圧縮率α₁, α₂が設定される。

【0058】さらに、画像全体のダイナミックレンジ圧縮率αは図12に示すような関数α(DR)(DRはダイナミックレンジ)により行う。この関数α(DR)は、画像信号のダイナミックレンジが閾値DR_{th}よりも小さい場合は、圧縮率が0すなわちダイナミックレンジ圧縮処理を行わないものである。これはダイナミックレンジが小さく、画像の大面積コントラストが小さい場合には、ダイナミックレンジ圧縮処理を施すと、さらに画像の大面積コントラストが小さくなり、かえって再生画像が見にくくなってしまうからである。ここで、画像の中に存在するキャッチライトなどの明部の画像について、ダイナミックレンジ圧縮処理により階調を出すよりも、再生画像上の最低濃度をとばしたほうがよい。このため図12においてはダイナミックレンジがDR_{max}よ

りも大きい値の時には、 α は下限値 α_{max} においてクリップしている。

【0059】次いで、LUT19におけるダイナミックレンジ圧縮を行うためのテーブルの設定を行う。まず、図12に基づいて求められた圧縮率 α により、画像全体についてのダイナミックレンジ圧縮テーブルを設定する。画像全体のダイナミックレンジ圧縮テーブルは図3(a)に示すように、画像信号を変数とした単調減少関数であり、信号値Y0を中心としたその傾斜 α の大きさによりダイナミックレンジ圧縮テーブルの関数 $f(\alpha)$ が設定される。ここで、信号値Y0の値としては、例えばカラー画像に含まれる被写体が人物である場合、肌色と略同一の濃度である0.50 ~ 0.70 の間の値、好ましくは0.6 に設定される。このように、信号値Y0の値を設定すると、ダイナミックレンジ圧縮はその濃度の明るさ補正に対して影響を及ぼさないため、明るさ補正とダイナミックレンジ圧縮処理との機能の分離が明確になり、その結果オートセットアップアルゴリズム27におけるパラメ*

$$f_e(\alpha) = f(\alpha) + f_1(\alpha_1)$$

ここで、関数 $f_1(\alpha_1)$ および $f_2(\alpha_2)$ が図3(d), (e)に示すような関数の場合、関数が点Pおよび点Qにおいて不連続となっているため、この点P, Qに相当する濃度領域に、元の画像にはとくに輪郭は存在しないにも拘わらず処理済画像にアーチファクトが生じる場合がある。このため、関数 $f_1(\alpha_1)$ および $f_2(\alpha_2)$ を図3(c), (d)に示すように、点P, Qにおいて微係数が連続するような関数にすることにより、アーチファクトの発生を防止することができる。

【0063】ここで、関数 $f_1(\alpha_1)$ および $f_2(\alpha_2)$ はY0を端点とする直線である。なお、アーチファクトの発生を抑制するために、図3(b), (c)に示すように微係数が連続する関数とすることが好ましい。

【0064】そして、このようにしてダイナミックレンジ圧縮率が設定されると、このダイナミックレンジ圧縮率により先読画像信号 S_p に対してダイナミックレンジ圧縮処理を行い、さらにダイナミックレンジ圧縮処理が施された先読画像信号 S_p をLUT23に入力し、ここで階調処理を施し、さらにD/A変換器24によりD/A変換されてモニタ25に先読画像信号 S_p を可視像として表示する。ここで、モニタ25に表示する画像は先読画像信号 S_p に基づく画像であり、ダイナミックレンジ圧縮の効果を表示画像に反映させることが必要である。しかしながら、先読画像信号 S_p に対してダイナミックレンジ圧縮処理を施すと、システムの規模が大きくなってしまうという問題がある。モニタ25に表示する画像としては、図5に示すような、ダイナミックレンジ圧縮率 $\alpha+1$ を傾きとする単純な階調変換テーブルにより先読画像信号 S_p を階調変換してモニタ25に表示するのみで、ダイナミックレンジ圧縮率の確認を行うには十分である。したがって、図5に示すような階調変換テーブルをLU

*ータが設定し易くなるためである。さらに、明るさ補正処理が主要部の明るさを適正に調整できなかったときには、ダイナミックレンジ圧縮処理は主要部をY0に近い値とするように作用するというメリットも得られる。

【0060】一方、図3(b), (c)に示すように、画像信号値が大きい側すなわち明るい側のダイナミックレンジ圧縮テーブルの関数 $f_1(\alpha_1)$ および画像信号値が小さい側すなわち暗い側のダイナミックレンジ圧縮テーブルの関数 $f_2(\alpha_2)$ が設定される。これは、上述したように設定したダイナミックレンジ圧縮率 α_1 , α_2 により定められる関数である。

【0061】そしてこのようにして求められた $f_1(\alpha_1)$, $f_2(\alpha_2)$ および $f_3(\alpha_3)$ を下記の式(3)により加算し、LUT21において設定される最終的なダイナミックレンジ圧縮テーブルの関数 $f_e(\alpha)$ を設定する。

【0062】

$$f_e(\alpha) = f_1(\alpha_1) + f_2(\alpha_2) \quad (3)$$

20 T23に記憶しておく、先読画像信号 S_p に対してダイナミックレンジ圧縮処理を行うことなく、この階調変換テーブルにより階調変換処理を施してモニタ25に表示することにより、システムの規模を大きくすることなく、ダイナミックレンジ圧縮率をモニタ25により確認することができる。

【0065】図13は、先読画像信号 S_p がモニタ25に表示された状態を表す図である。モニタ25には表示された画像の圧縮率を、マウス26により調整するための調整部25Aが表示されており、これをマウス26により調整して

30 モニタ25に表示されている先読画像信号 S_p により表示される画像のシーンの判別を行い、ダイナミックレンジ圧縮率の微調整を行う。そしてここで調整されたダイナミックレンジ圧縮率はオートセットアップアルゴリズム27に入力され、これによりLUT19におけるダイナミックレンジ圧縮テーブルが最終的に設定される。

【0066】なお、本実施の形態においては、モニタ25に表示された画像をオペレータが観察してオートセットアップアルゴリズム27により設定された圧縮率を調整するようしているが、オートセットアップアルゴリズム40 27が画像のシーンの判別も行い、自動的にダイナミックレンジ圧縮率を調整するようとしてもよい。

【0067】そしてこのようにしてオートセットアップアルゴリズム27により、LUT15, 19, 21の設定が終了すると、本読みが行われる。

【0068】まず画像読み取部1Aの光源2から光が発せられ、調光部3により所定光量の光とされる。なお、本読みの場合、調光部3の光量はフレームメモリ14R, 14G, 14Bに記録された先読画像信号 S_p の値に応じて設定されている。そしてこの光はRGBフィルタ4を透過し、ミラーボックス5により拡散されてフィルム6に照

射される。フィルム6に記録されている画像に応じて変調されたフィルム6の透過光はレンズ7を通じてCCD8に照射され、フィルム6に記録された画像を表す画像信号に光電的に変換される。なお、この場合は本読画像信号S₀を得るために、CCD8の検出間隔は比較的細かいものに設定される。ここで、RGBフィルタ4をR、G、Bと切り換えることによりカラー画像を表す3色の本読画像信号S₀が得られ、画像処理部1Bに送られる。画像処理部1Bにおいては以下の処理がなされる。

【0069】画像読み取部1Aにおいて得られた本読画像信号S₀は微弱であるため、アンプ10により増幅された後にA/D変換器11においてデジタル本読画像信号S₀に変換される。デジタル本読画像信号S₀はLUT12により濃度信号に変換されてフレームメモリ13R、13G、13Bにそれぞれ記憶される。

【0070】次いで、フレームメモリ13R、13G、13Bに記憶された本読画像信号S₀が読み出されて、LUT15により、オートセットアップアルゴリズム27において定められた図2(a)、(b)、(c)に示すグレイバランステーブル、明るさ補正テーブルおよび階調補正テーブルによりそれぞれグレイバランスの補正、明るさの補正および階調の補正が行われる。このように、LUT15により補正がなされた本読画像信号S₀はMTX16に入力され、ここで色の補正がなされる。ここでMTX16は上述したようにフィルム6が有する分光特性と最終的に画像が再生される感光材料の分光特性とを合わせて色が再現されるようにデジタル画像信号を補正するものである。MTX16により色補正がなされたデジタル本読画像信号S₀は、加算手段20に投入される一方で、MTX17に入力される。MTX17においては、RGB信号から明暗信号が生成される。この明暗信号の生成は、RGBの各画像信号の平均値の3分の1、あるいはYIQ規定などを用いてカラー画像信号を明暗信号に変換するものである。例えば、YIQ規定により明暗信号を求める場合は、下記の式(4)によりYIQ規定のY成分のみをRGBの信号値に基づいて算出することにより行う。

【0071】

$$Y = 0.3 R + 0.59 G + 0.11 B \quad (4)$$

このようにして得られた明暗信号は次いでLPF18によりボケ画像信号に変換される。そしてこのボケ画像信号はLUT19に入力され、前述したオートセットアップアルゴリズム27により設定されたダイナミックレンジ圧縮の関数f_t(α)に基づいて、ダイナミックレンジ圧縮処理が行われる。そしてダイナミックレンジ圧縮処理が施された本読画像信号S₀は加算手段20に入力され、MTX16において色補正がなされた本読画像信号と加算され、加算信号S_{add}が得られる。この加算信号S_{add}は画像の低周波成分のダイナミックレンジが圧縮されたものとなっている。そしてこのようにして得られた加算信号S_{add}はLUT21に入力され、ここで最終的な出力媒

体(例えは感光材料など)に合わせた階調処理が施され処理済画像信号が得られる。

【0072】ここで、処理済画像信号の周波数特性を図14に示す。図14に示すように、LPF18の通過帯域は、大面積コントラストに相当する。一方、局所的なコントラストは、LPF18の通過帯域よりも高周波成分であるため、LUT19によっては圧縮されないこととなる。したがって、処理済画像信号を再生することにより得られる画像は、局所的なコントラストを維持した状態で、ダイナミックレンジ圧縮処理を行うことができ、アナログ面露光での覆い焼きに相当する画像処理を行うことが可能となる。

【0073】そしてこのようにして得られた処理済画像信号は、D/A変換器22に入力されてアナログ信号に変換される。D/A変換器22により変換されたアナログ信号は図15に示す現像部100に入力される。現像部100においては以下の処理がなされる。

【0074】画像処理部1Bより出力された画像信号は、図示しないAOMドライバに転送される。AOMドライバは、転送された画像情報を応じて光ビームを変調するように、画像露光部98の音響光学変調器(AOM)104を駆動する。

【0075】一方、画像露光部98は、光ビーム走査(ラスタースキャン)によって感光材料Aを走査露光して、画像情報の画像を感光材料Aに記録するものであり、図13に示すように、感光材料Aに形成されるR感光層の露光に対応する狭帯波長域の光ビームを射出する光源102R、以下同様にG感光層の露光に対応する光源102G、およびB感光層の露光に対応する光源102Bの各光ビームの光源、各光源より射出された光ビームを、それぞれ記録画像に応じて変調するAOM104R、104Gおよび104B、光偏向器としてのポリゴンミラー96、fθレンズ106と、感光材料Aの副走査搬送手段108を有する。

【0076】光源102(102R、102G、102B)より射出され、互いに相異なる角度で進行する各光ビームは、それぞれに対応するAOM104(104R、104G、104B)に入射する。なお、光源102としては、感光材料Aの感光層に対応する所定波長の光ビームを射出可能な各種の光ビーム光源が利用可能であり、各種の半導体レーザ、SHGレーザ、He-Neレーザ等のガスレーザ等が例示される。また各光ビームを合波する合波光学系であってもよい。各AOM104には、AOMドライバより記録画像に応じたR、GおよびBそれぞれの駆動信号r、gおよびbが転送されており、入射した光ビームを記録画像に応じて強調変調する。

【0077】AOM104によって変調された各光ビームは、光偏向器としてのポリゴンミラー96に入射して反射され、主走査方向(図中矢印x方向)に偏向され、次いでfθレンズ106によって所定の走査位置zに所定のビ

ーム形状で結像するように調整され、感光材料Aに入射する。なお、光偏向器は、ポリゴンミラーのみならず、レゾナントスキャナ、ガルバノメータミラー等であってもよい。また、このような画像露光部98には、必要に応じて光ビームの整形手段や面倒れ補正光学系が配備されていてもよいのはもちろんである。

【0078】一方、感光材料Aはロール状に巻回されて遮光された状態で所定位置に装填されている。このような感光材料Aは引き出しローラ等の引き出し手段に引き出され、カッタによって所定長に切断された後（図示省略）、副走査手段108を構成する走査位置zを挟んで配置されるローラ対108aおよび108bによって、走査位置zに保持されつつ主走査方向と略直交する副走査方向（図中矢印y方向）に副走査搬送される。ここで、光ビームは前述のように主走査方向に偏向されているので、副走査方向に搬送される感光材料Aは光ビームによって全面を2次元的に走査され、LUT19により処理がなされた画像信号により表される画像情報の画像が記録される。

【0079】露光を終了した感光材料Aは、次いで搬送ローラ対110によって現像部100に搬入され、現像処理を施され仕上りプリントPとされる。ここで、例えば感光材料Aが銀塩写真感光材料であれば、現像部100は発色・現像槽112、漂白・定着槽114、水洗槽116a、116bおよび116c、乾燥部118等より構成され、感光材料Aはそれぞれの処理槽において所定の処理を施され、仕上りプリントPとして出力される。

【0080】図15に示す実施の形態においては、光ビームをAO M104によって変調した構成であったが、これ以外にも、光源がLD等の直接変調が可能なものであれば、これによって光ビームを記録画像に応じて変調してもよい。また、副走査搬送手段も走査位置を挟んで配置される2組のローラ対以外に、走査位置に感光材料を保持する露光ドラムと走査位置を挟んで配置される2本のニップローラ等であってもよい。

【0081】さらに、上述した光ビーム走査以外にも、ドラムに感光材料を巻き付けて、光ビームを一点に入射して、ドラムを回転すると共に軸線方向に移動する、いわゆるドラムスキャナであってもよい。また、光ビーム走査以外にも、面光源と液晶シャッタによる面露光であってもよく、LEDアレイ等の線状光源を用いた露光であってもよい。また図15では、感光材料は露光前にシート状にカットされるようになっているが、ロールのまま露光して現像部100の前または後でカットするようにしてもよい。

【0082】このようにして、現像部100において可視像として再生される画像は、元のカラー画像が逆光のシーンであっても被写体である人間が黒くつぶれてしまうこともなく、また明るい背景の部分の像がとんでもなくなくなる。さらに、ストロボを用いた撮影により

得られた画像であっても、近くに写る人物や背景などがつぶれることなく画像を再生することができ、適切なダイナミックレンジ圧縮処理が施されたものとなる。

【0083】また、照明光源の輝度分布を制御することにより複数焼きを行う場合は、MTX17の係数の選択により色再現性のコントロールを行うしか方法がないため、色再現性を調整しようとするとエッジ部分は明るさと色再現性とが同時に変化してしまい不自然なプリントになってしまいます。しかしながら、MTX17をカラー信号を明暗信号に変換するものとしたため、被写体のエッジ部分の明るさは変化するものの、色再現性は変化しないため、自然な仕上りのプリントを得ることができる。

【0084】さらに、LUT21を非線形なものとしたため、原画フィルムの特性の非線形な部分（例えばオーバー部分、アンダー部分など）の階調補正も可能なものとなる。

【0085】また、鮮鋭度強調のための処理ブロックを加えることにより画像の局部的なコントラストを強調することができる。

【0086】なお、上記実施の形態においては、プレスキャンを行って先読み画像信号S_pを得、この先読み画像信号S_pに基づいてオートセットアップアルゴリズム27により、LUT15、19、21のテーブルの設定を行うようしているが、プレスキャンを行わなくとも、本実施の形態における本読み画像信号S_rに相当する信号を1回の読み取りにより得、この画像信号に基づいてオートセットアップアルゴリズム27により、LUT15、19、21のテーブルの設定を行うようにしてもよいものである。このように、プレスキャンを行うことなくフィルム6からの画像の読み取りを1回行うのみで画像信号の処理を行うことができるため、画像の処理を高速に行うことができる。また、読み取りを1回だけ行えばよいため、上述した特開昭58-66929号、特開昭64-35542号、特公昭64-10819号などの記載された装置のように、スキャン時と露光時との間でフィルムを移動させる必要がなく、これにより画像信号とボケ画像信号との間で移動量誤差によるずれがなくなり、常に良好な再生画像を得ることができる。

【0087】次いで、本発明による画像再生方法および装置の第2の実施の形態について説明する。本発明の第402の実施の形態においては、上述した本発明の第1の実施の形態における図1のLPF18の構成のみが異なるため、LPF18についてのみ説明し、他の構成については簡単のため説明を省略する。

【0088】図16は本発明の第2の実施の形態におけるLPF18の構成を表す図である。図16に示すように、本発明による第2の実施の形態におけるLPF18は、1次のIIR型ローパスフィルタ30と、フィルタ30による処理前の信号および処理後の信号を記憶するためのフレームメモリ31と、フレームメモリ31に対して読み出しおよび書き込みをコントロールするための読み出し書き込み

21

コントローラ32（以下コントローラとする）とかなるものである。

【0089】ここで、IIRフィルタのインパルス応答を $h(n)$ とし、その周波数特性を $H(e^{j\omega})$ としたと*

$$h(n) \longleftrightarrow H(e^{j\omega}) = |H(e^{j\omega})|e^{j\omega} \quad (5)$$

【0091】ここで、位相特性 $\theta(\omega)$ は、一般には直線位相にはならない。

【0092】 $h(n)$ を逆向きに並べ換えたインパルス※

$$h(-n) \longleftrightarrow H(e^{-j\omega}) = |H(e^{j\omega})|e^{-j\omega} \quad (6)$$

【0094】となる。

【0095】インパルス応答 $h(n)$ 、 $h(-n)$ を持ったシステムをカスケード接続した場合、その周波数特性は下記の式のように必ず零位相となる。ここで、*は★

$$h(n) * h(-n) \longleftrightarrow |H(e^{j\omega})|^2 \quad (7)$$

【0097】このように、あるIIR型のローパスフィルタを2回かけると位相成分は0となり、信号に位相歪みは生じない。例えば、1回目は画像の左から、2回目は画像の右からフィルタリング処理を行う。

【0098】画像信号のように2次元信号の場合には、図16に示すように画像の上下左右に往復させて合計4回のフィルタリング処理を行うこととなる。

【0099】このフィルタリング処理は、以下のようにして行う。まず、画像信号Sがフレームメモリ31に入力される。次いで、コントローラ32がフレームメモリ31に記憶された画像信号Sを読み出してフィルタ30に入力する。この際、画像信号Sの読み出しは原画像の左側から右側に向けて読み出し、この順序により画像信号Sをフィルタ30に入力する。そしてこれによりフィルタ30において、原画像の左側から右側に向けてフィルタリング処理がなされる。そして左から右に向けての処理が終了した画像信号S1はフレームメモリ31に一旦記憶される。次いで、コントローラ32は画像信号S1を原画像の右側から左側に向けて読み出し、この順序により画像信号S1をフィルタ30に入力し、フィルタ30において、この順序によりフィルタリング処理が行われる。そして処理が終了した画像信号S2はフレームメモリ31に入力される。以下順に、コントローラ32により原画像の上側から下側に向けて、その後下側から上側に向けて画像信号が読み出され、この順序によりフィルタ30においてフィルタリング処理がなされる。

【0100】このようにしてフィルタリング処理を行うことによりIIRフィルタによる位相歪みのないボケ画像信号を得ることができる。このようにして得られたボケ画像信号は、上述した第1の実施の形態と同様に、ダイナミックレンジ圧縮処理が施され、現像部100において感光材料に可視像として記録される。

【0101】このようにして、現像部100において可視像として再生される画像は、上述した本発明による第1の実施の形態と同様に、元のカラー画像が逆光のシーンであっても被写体である人間が黒くつぶれてしまうこと

*き、

【0090】

【数1】

$$h(-n) \longleftrightarrow H(e^{-j\omega}) \quad \text{※応答 } h(-n) \text{ の周波数特性を解析すると、}$$

【0093】

【数2】

10★コンポリューション演算を表す。

【0096】

【数3】

$$h(n) * h(-n) \longleftrightarrow |H(e^{j\omega})|^2 \quad (7)$$

もなく、また明るい背景の部分の像がとんでもなくなる。さらに、ストロボを用いた撮影により得られた画像であっても、近くに写る人物や背景などがつぶれることなく画像を再生することができ、適切なダイナミックレンジ圧縮処理が施されたものとなる。

【0102】なむ、上述した本発明の第2の実施の形態においては、IIR型のローパスフィルタの特性を一定のものとしているが、最終的に得られるプリントの拡大率に応じて可変とする方が好ましい。すなわち、プリント拡大率が大きいときほどローパスフィルタのカットオフ周波数は低周波側にシフトする方が好ましい。このローパスフィルタの特性の変更は以下のようにして行う。例えば、図17に示すようにオートセットアップアルゴリズム27によりフィルタ30のフィルタ係数 α を可変とする方法や、図18に示すようにプリント拡大率に応じてフィルタリングの処理回数を設定する方法などが挙げられる。ここで、処理回数を変更する場合、システム関数は以下のようにして変更される。

$$\text{【0103】処理回数1回のとき, } H(z_1, z_2) = |H(z_1)|^2 |H(z_2)|^2$$

$$\text{処理回数2回のとき, } H(z_1, z_2) = |H(z_1)|^4 |H(z_2)|^4$$

$$\text{処理回数3回のとき, } H(z_1, z_2) = |H(z_1)|^6 |H(z_2)|^6$$

【図面の簡単な説明】

40 【図1】本発明による画像再生装置の実施の形態を表す図

【図2】LUT15において行われるグレイバランス調整、明るさ補正、階調変換のテーブルを表す図

【図3】LUT19において行われるダイナミックレンジ圧縮処理を行うためのテーブルを表す図

【図4】LUT21において行われる階調変換を行うためのテーブルを表す図

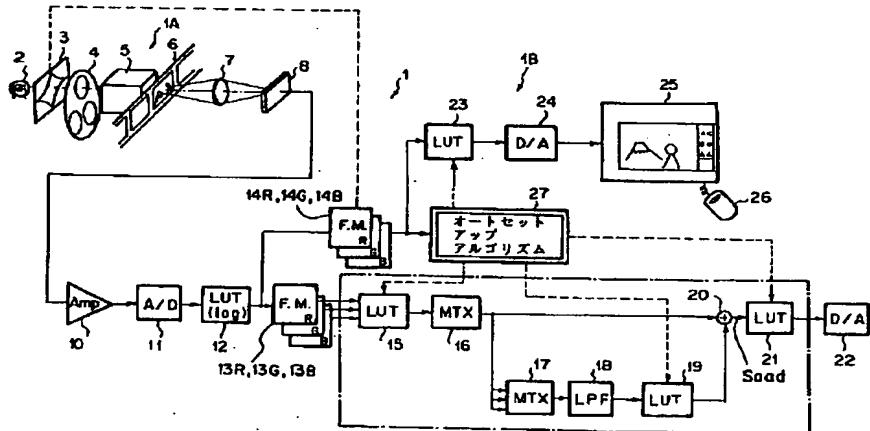
【図5】LUT23において行われる階調変換を行うためのテーブルを表す図

【図6】LPF18の構成の実施の形態を表す図

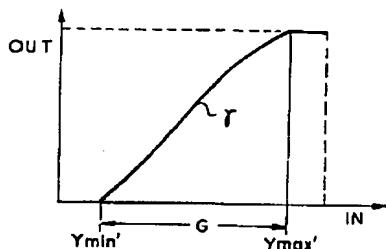
【図7】IIRフィルタの基本的構成を表す図
 【図8】IIRフィルタの特性を表す図
 【図9】IIRフィルタの群遅延特性を表す図
 【図10】IIRフィルタの具体的構成を表す図
 【図11】画像信号のヒストグラムを表す図
 【図12】ダイナミックレンジとその圧縮率の関係を表す図
 【図13】モニタに表示される画像を表す図
 【図14】処理済画像信号の周波数特性を表す図
 【図15】現像処理部を表す図
 【図16】本発明の第2の実施の形態によるLPFの構成を表す図
 【図17】本発明の第2の実施の形態による他のLPFの構成を表す図
 【図18】本発明の第2の実施の形態によるさらに他のLPFの構成を表す図
 【符号の説明】
 2 光源
 3 調光部
 4 RGBフィルタ

* 5 ミラーボックス
 6 フィルム
 7 レンズ
 8 CCD
 10 アンプ
 11 A/D変換器
 15, 19, 21, 23 LUT
 13R, 13G, 13B, 14R, 14G, 14B フレームメモリ
 10 16, 17 MTX
 18 ローパスフィルタ(LPF)
 20 加算手段
 22, 24 D/A変換器
 25 モニタ
 26 マウス
 27 オートセットアップアルゴリズム
 30 IIR型ローパスフィルタ
 31 フレームメモリ
 32 コントローラ
 *20 100 現像部

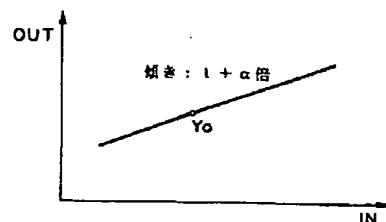
【図1】



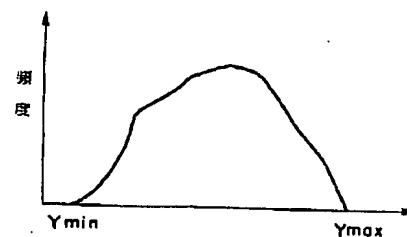
【図4】



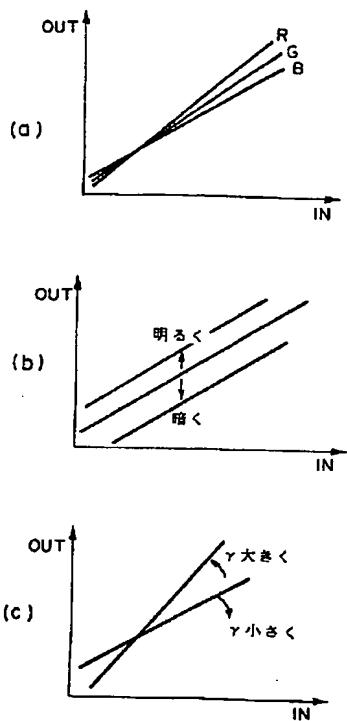
【図5】



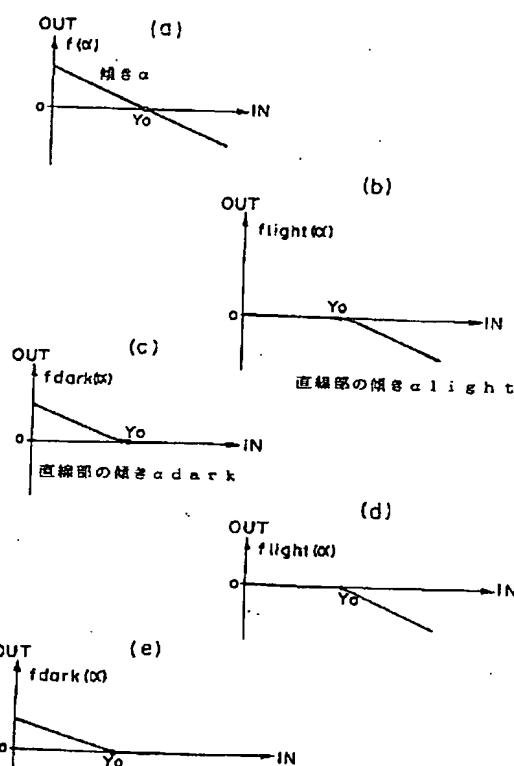
【図11】



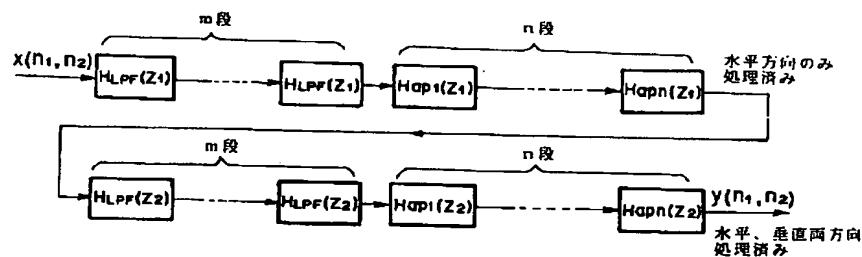
【図2】



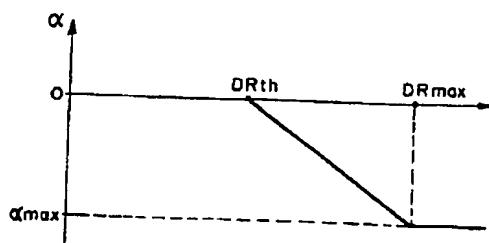
【図3】



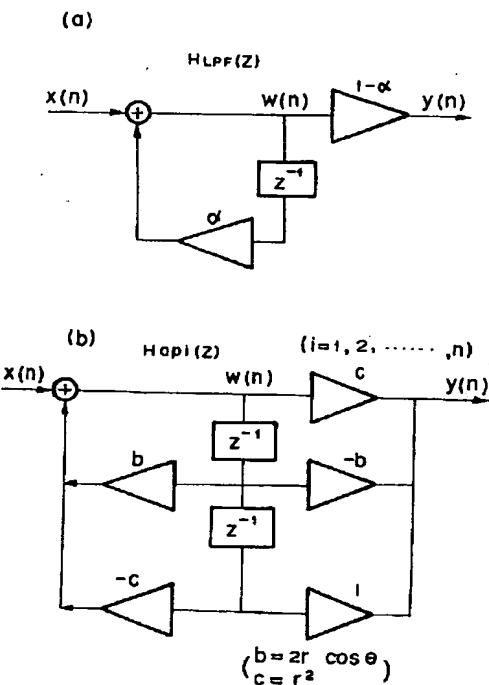
【図6】



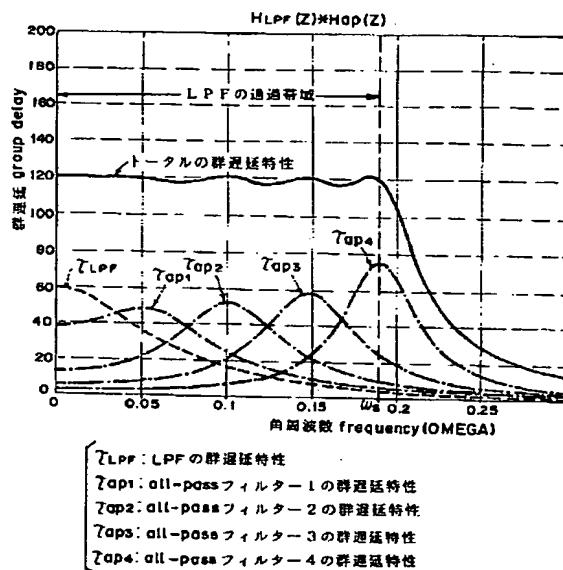
【図12】



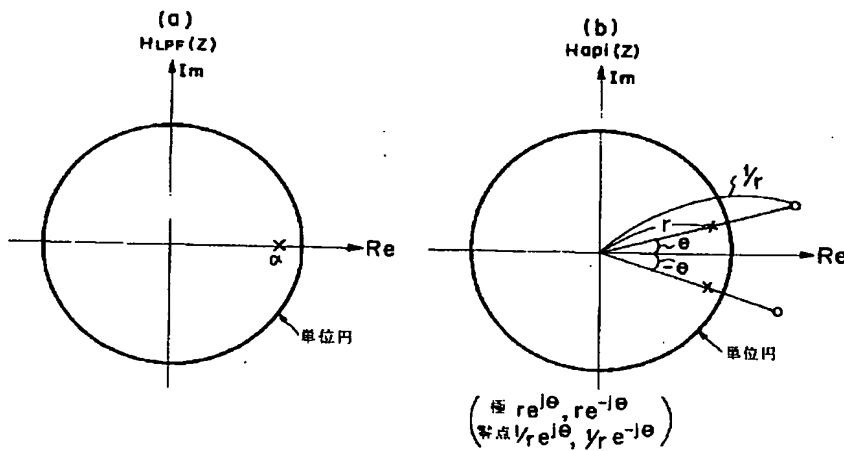
【図7】



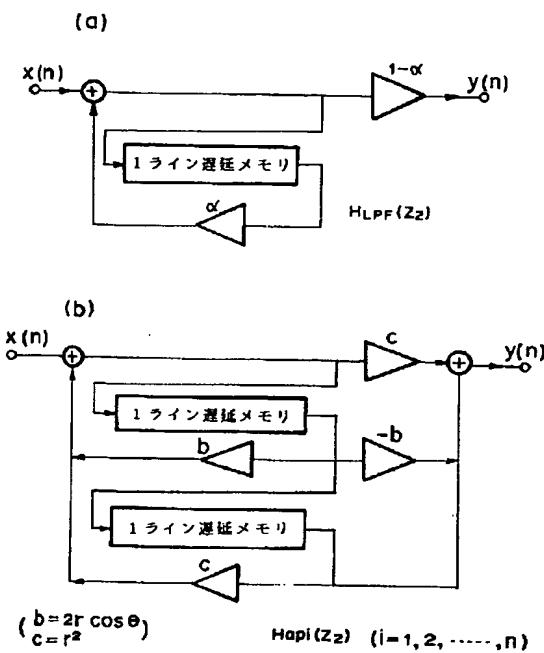
【図9】



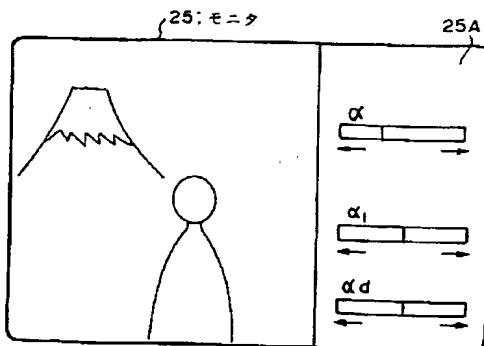
【図8】



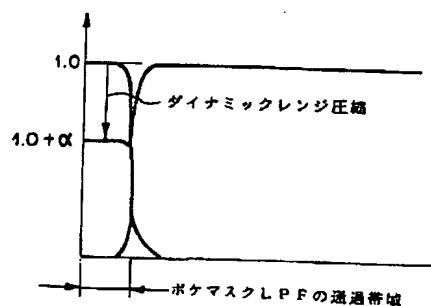
【図10】



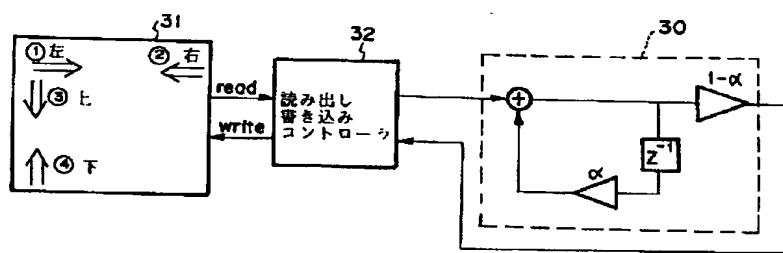
【図13】



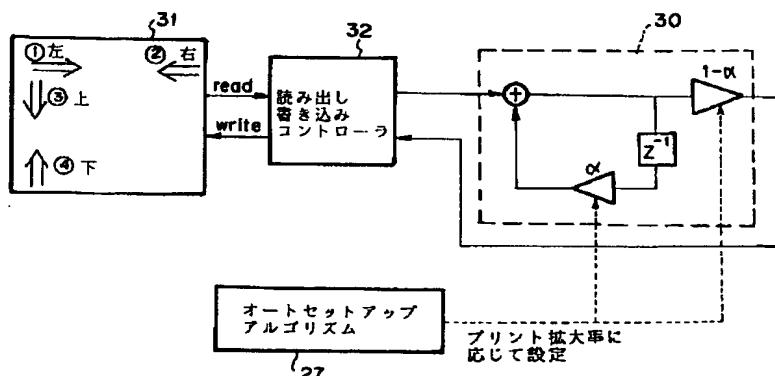
【図14】



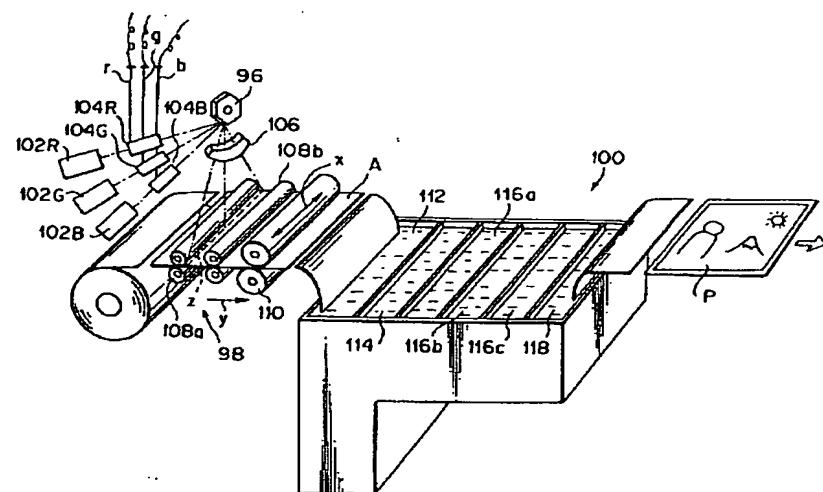
【図16】



【図17】



【図15】



【図18】

